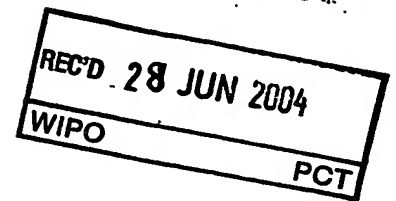


(2 1 . 0 6 . 0 4 .)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 6 月 1 9 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 7 5 1 1 8
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 7 5 1 1 8]

出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

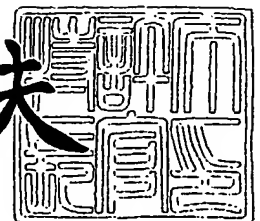
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 2 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14F770

【提出日】 平成15年 6月19日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 三浦 晋平

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000028

【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所

【代表者】 下出 隆史

【電話番号】 052-218-5061

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 133917

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システムおよびガス漏洩検知方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池と、

該燃料電池に水素ガスを供給する供給流路と、

該燃料電池から前記水素ガスを排出する排出流路と、

前記供給流路と排出流路の内の所定の場所に設けられて、前記燃料電池内の水素流路に封をする 1 つ以上の弁体と、

前記弁体を閉じる制御を行なう制御手段と

を備える燃料電池システムにおいて、

前記水素流路内の圧力を検出する圧力検出手段と、

前記制御手段により前記弁体を閉じたときに、前記圧力検出手段により検出される圧力の変化を分析して、該分析結果に基づいて、前記水素ガスの異常な漏洩の有無を判定する漏洩判定手段と

を備える燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の燃料電池システムであって、

前記漏洩判定手段は、

前記圧力検出手段により検出される圧力が予め定められた 2 つの異なるレベルとなった時の圧力変化速度を求める圧力変化速度演算手段と、

前記圧力変化速度演算手段にて求められた両圧力変化速度を比較して、両圧力変化速度の差が所定値を越えたときに、前記異常な漏洩があると判定する圧力変化速度比較判定手段と

を備える燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の燃料電池システムであって、

前記圧力の 2 つの異なるレベルが、前記制御手段により前記弁体を閉じた後から、前記圧力検出手段により検出される圧力が低下から上昇に転じるまでの一期間において取り得る値にそれぞれ定められた燃料電池システム。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の燃料電池システムであって、

前記圧力の 2 つの異なるレベルが、大気圧近傍の第 1 の圧力範囲と、前記第 1

の圧力範囲よりも高圧側の第2の圧力範囲とに定められた燃料電池システム。

【請求項5】 請求項2ないし4のいずれかに記載の燃料電池システムであって、

前記圧力変化速度を求める2つの時点の間のタイミングで、前記水素流路内の圧力を強制的に低下させる圧力低下手段

を備える燃料電池システム。

【請求項6】 請求項5に記載の燃料電池システムであって、

前記圧力低下手段は、

前記水素流路の水素ガスを排出するための排出流路と、

該排出流路に設けられた排出用弁体と、

前記タイミングで、前記排出用弁体を開ける排出制御手段と

を備える燃料電池システム。

【請求項7】 請求項5に記載の燃料電池システムであって、

前記圧力低下手段は、

前記タイミングで、前記燃料電池の発電を促して前記水素流路の水素ガスを消費させる発電制御手段

を備える燃料電池システム。

【請求項8】 請求項3ないし7のいずれかに記載の燃料電池システムであって、

駆動源として前記燃料電池以外に二次電池を備える移動体に搭載され、

前記燃料電池の運転を停止して前記二次電池のみで移動体を運転しているときに、前記第2の圧力範囲にあるときの圧力変化速度を予め獲得しておく手段

を備える燃料電池システム。

【請求項9】 請求項2に記載の燃料電池システムであって、

前記燃料電池内の水素流路を加圧する加圧手段を備え、

前記圧力の2つの異なるレベルが、前記加圧手段により加圧を受けて到達し得る第1の圧力値と、前記加圧手段により再度加圧を受けて到達し得る第2の圧力値にそれぞれ定められた燃料電池システム。

【請求項10】 請求項1に記載の燃料電池システムであって、

前記漏洩判定手段は、

前記圧力検出手段により検出される圧力が最も低下するときの最低圧力値を検出する最低圧力値検出手段と、

該検出された最低圧力値を予め定められた所定値と比較して、所定値以上であると判定されたときに、前記異常な漏洩があると判定する最低圧力値比較判定手段と

を備える燃料電池システム。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 に記載の燃料電池システムであって、

前記制御手段により前記弁体を閉じてから前記最低圧力値検出手段により最低圧力値を検出するまでの間のタイミングで、前記水素流路内の圧力を強制的に低下させる圧力低下手段

を備える燃料電池システム。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 に記載の燃料電池システムであって、

前記圧力低下手段は、

前記水素流路の水素ガスを排出するための排出流路と、

該排出流路に設けられた排出用弁体と、

前記タイミングで、前記排出用弁体を開ける排出制御手段と

を備える燃料電池システム。

【請求項 1 3】 請求項 1 1 に記載の燃料電池システムであって、

前記圧力低下手段は、

前記タイミングで、前記燃料電池の発電を促して前記水素流路の水素ガスを消費させる発電制御手段

を備える燃料電池システム。

【請求項 1 4】 燃料電池と、該燃料電池に水素ガスを供給する供給流路と、該燃料電池から前記水素ガスを排出する排出流路と、前記供給流路と排出流路の内の所定の場所に設けられて、前記燃料電池内の水素流路に封をする 1 つ以上の弁体とを備える燃料電池システムにおける水素ガスの漏洩を検知するガス漏洩検知方法であって、

(a) 前記弁体を閉じる工程と、

(b) 前記燃料電池内の水素流路の圧力を検出する工程と、
(c) 前記工程 (a) により前記弁体を閉じたときに、前記工程 (b) により検出される圧力の変化を分析して、該分析結果に基づいて、前記水素ガスの異常な漏洩の有無を判定する工程と

を備えるガス漏洩検知方法。

【請求項 15】 請求項 14 に記載のガス漏洩検知方法において、

前記工程 (c) は、

(c-1) 前記工程 (b) により検出される圧力が予め定められた 2 つの異なるレベルとなった時の圧力変化速度を求める工程と、

(c-2) 前記工程 (c-1) にて求められた両圧力変化速度を比較して、両圧力変化速度の差が所定値を越えたときに、前記異常な漏洩があると判定する工程と

を備えるガス漏洩検知方法。

【請求項 16】 請求項 15 に記載のガス漏洩検知方法において、

前記圧力の 2 つの異なるレベルが、大気圧近傍の第 1 の圧力範囲と、前記第 1 の圧力範囲よりも高压側の第 2 の圧力範囲とに定められたガス漏洩検知方法。

【請求項 17】 請求項 14 に記載のガス漏洩検知方法において、

前記工程 (c) は、

(c-1) 前記工程 (b) により検出される圧力が最も低下するときの最低圧力値を検出する工程と、

(c-2) 該検出された最低圧力値を予め定められた所定値と比較して、所定値以上であると判定されたときに、前記異常な漏洩があると判定する工程と

を備えるガス漏洩検知方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池システムにおける水素ガスの漏洩を検知する技術に関する

。

【0002】

【従来の技術】

近年実用化が進んでいる燃料電池システムは、水素ガスの有しているエネルギーを、燃料電池内で生じる電気化学的反応により直接電気エネルギーに変換するので、高い変換効率で電気エネルギーを取り出すことができる。この種の燃料電池システムにおいては、燃料電池に管路を接続して、管路から水素ガスを燃料電池に対して送り続ける必要がある。水素ガスの供給は大切であり、管路に水素ガスの漏洩や閉塞がないかを監視することが必要である。

【0003】

従来、係る水素ガスの漏洩や閉塞を検知する技術として、燃料電池に接続された管路上の複数箇所に圧力センサを設け、各圧力センサにより検出された圧力値を、各センサ設置箇所毎に設定した標準圧力値と比較しているものがある（特許文献1参照）。この構成により、複数の圧力センサの間の区間毎のガス漏洩や閉塞を検知することができる。

【特許文献1】

特開平3-250564号

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記従来の技術のように、実測した圧力値を、正常時の値である標準圧力値と比較しているだけでは、正常であるにもかかわらずガス漏洩があると誤検知することがあった。というのは、燃料電池を構成する電解質膜は、水素を透過してしまうため、水素極側の圧力低下は必ず発生し、これを、電解質膜の穴あきによる圧力低下と区別することが困難であるためである。

【0005】

本発明は、上述した問題に鑑みてなされたもので、ガス漏洩の誤検知を防止することを目的とする。

【0006】**【課題を解決するための手段およびその作用・効果】**

前述した課題の少なくとも一部を解決するための手段としては、以下に示す構成をとった。

【0007】

本発明の燃料電池システム（以下、基本構成の燃料電池システムと呼ぶ）は、
燃料電池と、
該燃料電池に水素ガスを供給する供給流路と、
該燃料電池から前記水素ガスを排出する排出流路と、
前記供給流路と排出流路の内の所定の場所に設けられて、前記燃料電池内の水素流路に封をする1つ以上の弁体と、
前記弁体を閉じる制御を行なう制御手段と
を備える燃料電池システムにおいて、
前記水素流路内の圧力を検出する圧力検出手段と、
前記制御手段により前記弁体を閉じたときに、前記圧力検出手段により検出される圧力の変化を分析して、該分析結果に基づいて、前記水素ガスの異常な漏洩の有無を判定する漏洩判定手段と
を備えることを要旨としている。

【0008】

この燃料電池システムでは、制御手段により、1つ以上の弁体が閉じられることで、燃料電池内の水素流路に封がされる。この封がされた水素流路内の圧力が、圧力検出手段により検出される。この封がされた水素流路内の水素ガスは、経時とともに、燃料電池の電解質膜から空気極側へ透過してしまうが、その後、水素極側に空気極側から窒素が流入する。これにより、燃料電池に設けられた水素流路内の圧力は当初低下し、その後、上昇に転じる。電解質膜に穴あきがあるなどの異常時には、この経時の変化が正常時と異なったものとなる。このために、前記弁体を閉じたときに、漏洩判定手段により、圧力検出手段により検出される圧力の変化を分析することにより、この分析結果に基づく水素ガスの異常な漏洩の判定が可能となる。

【0009】

したがって、この燃料電池システムでは、燃料電池の電解質膜から空気極側へ水素ガスが透過することに起因する圧力低下を、水素ガスが漏れた異常と区別することができることから、ガス漏洩の誤検知を防止することができる。

【0010】

制御手段により前記弁体を閉じたときに、分析する圧力の変化は、弁体を閉じた後から、前記圧力検出手段により検出される圧力が低下から上昇に転じるまでの期間における、その期間の全部もしくは一部での圧力変化としてもよい。

【0011】

上記基本構成の燃料電池システムにおいて、

前記漏洩判定手段は、

前記圧力検出手段により検出される圧力が予め定められた2つの異なるレベルとなった時の圧力変化速度を求める圧力変化速度演算手段と、

前記圧力変化速度演算手段にて求められた両圧力変化速度を比較して、両圧力変化速度の差が所定値を越えたときに、前記異常な漏洩があると判定する圧力変化速度比較判定手段とを備えた構成としてもよい。

【0012】

電解質膜から空気極側へのガスの透過は両極のガス分圧差によるため、制御手段により弁体を閉じた後、圧力は比較的一定の変化速度で低下する。これに対して、電解質膜の穴あき等の異常があると、圧力は一定速度で低下しない。上記構成の燃料電池システムでは、圧力が予め定められた2つの異なるレベルとなった時の圧力変化速度を比較して、両圧力変化速度の差が所定値を越えたか否かを判別することで、圧力が一定の変化速度で低下していないか低下しているかを判別することができる。したがって、電解質膜の穴あき等の異常時を容易に判定することができる。

【0013】

前記漏洩判定手段に、圧力変化速度演算手段と圧力変化速度比較判定手段を備えた燃料電池システムにおいて、前記圧力の2つの異なるレベルが、前記制御手段により前記弁体を閉じた後から、前記圧力検出手段により検出される圧力が低下から上昇に転じるまでの一期間において取り得る値にそれぞれ定められた構成としてもよい。

【0014】

この構成によれば、弁体を閉じる制御を一度行なって、その後の圧力変化を、

2つの圧力変化速度から分析することができる。このために制御が容易である。

【0015】

前記のように圧力の2つの異なるレベルを定めた燃料電池システムにおいて、前記圧力の2つの異なるレベルが、大気圧近傍の第1の圧力範囲と、前記第1の圧力範囲よりも高圧側の第2の圧力範囲とに定められた構成とすることができる。

【0016】

この構成によれば、電解質膜の穴あき等の異常がある場合、大気圧近傍での圧力変化速度は、正常時と比べて大きく違った値となる。したがって、電解質膜の穴あき等の異常時を確実に判定することができる。

【0017】

前記漏洩判定手段に、圧力変化速度演算手段と圧力変化速度比較判定手段を備えた燃料電池システムにおいて、前記圧力変化速度を求める2つの時点の間のタイミングで、前記水素流路内の圧力を強制的に低下させる圧力低下手段を備える構成とすることができる。

【0018】

この構成によれば、圧力変化速度を最初に求めた時点から、次に圧力変化速度を求める時点までの間で、燃料電池の水素流路内の圧力が急激に低下することから、2つの時点の間を短縮することができる。したがって、ガス漏洩の判定を短い時間で行なうことができる。

【0019】

前記圧力低下手段を備える燃料電池システムにおいて、前記圧力低下手段は、前記水素流路の水素ガスを排出するための排出流路と、該排出流路に設けられた排出用弁体と、前記タイミングで、前記排出用弁体を開ける排出制御手段とを備える構成とすることができる。

【0020】

この構成によれば、燃料電池の水素流路内の水素ガスを排出流路から排出することで、圧力低下を容易に実現することができる。

【0021】

前記圧力低下手段を備える燃料電池システムにおいて、前記圧力低下手段は、前記タイミングで、前記燃料電池の発電を促して前記水素流路の水素ガスを消費させる発電制御手段を備える構成とすることができる。

【0022】

この構成によれば、燃料電池により水素流路の水素ガスを消費することで、圧力低下を容易に実現することができる。

【0023】

前記圧力の2つの異なるレベルが、前記一期間において取り得る値にそれぞれ定められた前記燃料電池システムにおいて、駆動源として前記燃料電池以外に二次電池を備える移動体に搭載され、前記燃料電池の運転を停止して前記二次電池のみで移動体を運転しているときに、前記第2の圧力範囲にあるときの圧力変化速度を予め獲得しておく手段を備える構成とすることができる。

【0024】

この構成によれば、移動体の運転中に、第2の圧力範囲にあるときの圧力変化速度を予め求めることができることから、ガス漏洩の判定に要する時間を短縮することができる。とくに、圧力低下手段を備える燃料電池システムにおいては、より一層、時間短縮を図ることができる。

【0025】

前記漏洩判定手段に、圧力変化速度演算手段と圧力変化速度比較判定手段を備えた燃料電池システムにおいて、前記燃料電池内の水素流路を加圧する加圧手段を備え、前記圧力の2つの異なるレベルが、前記加圧手段により加圧を受けて到達し得る第1の圧力値と、前記加圧手段により再度加圧を受けて到達し得る第2の圧力値にそれぞれ定められた燃料電池システム。

【0026】

この構成によれば、圧力変化速度を求めるタイミングを強制的にしかも短時間で作り出すことができる。

【0027】

上記基本構成の燃料電池システムにおいて、
前記漏洩判定手段は、

前記圧力検出手段により検出される圧力が最も低下するときの最低圧力値を検出する最低圧力値検出手段と、

該検出された最低圧力値を予め定められた所定値と比較して、所定値以上であると判定されたときに、前記異常な漏洩があると判定する最低圧力値比較判定手段と

を備えた構成としてもよい。

【0028】

電解質膜に穴があいていない正常時には、電解質膜の水素透過により、水素極側の圧力は一旦負圧になるのに対して、電解質膜の穴あき等の異常があると、水素極側の圧力は負圧になりにくい。上記構成の燃料電池では、最低圧力値を所定値と比較して、最低圧力値が所定値以上であると判定されたときには、異常な漏洩があると判別することができる。したがって、その異常の判定を容易に行なうことができる。

【0029】

前記漏洩判定手段に、最低圧力値検出手段と最低圧力値比較判定手段を備えた燃料電池システムにおいて、前記制御手段により前弁体を閉じてから前記最低圧力値検出手段により最低圧力値を検出するまでの間のタイミングで、前記水素流路内の圧力を強制的に低下させる圧力低下手段を備える構成とすることができる。

【0030】

この構成によれば、最低圧力値を検出する前に、前記水素流路内の圧力が急激に低下することから、ガス漏洩の判定を短い時間で行なうことができる。

【0031】

前記圧力低下手段を備える燃料電池システムにおいて、前記圧力低下手段は、前記水素流路の水素ガスを排出するための排出流路と、該排出流路に設けられた排出用弁体と、前記タイミングで、前記排出用弁体を開ける排出制御手段とを備える構成とすることができる。

【0032】

この構成によれば、前記水素流路の水素ガスを排出流路から排出することで、

圧力低下を容易に実現することができる。

【0033】

前記圧力低下手段を備える燃料電池システムにおいて、前記圧力低下手段は、前記タイミングで、前記燃料電池の発電を促して前記水素流路の水素ガスを消費させる発電制御手段を備える構成とすることができる。

【0034】

この構成によれば、燃料電池により水素流路の水素ガスを消費することで、圧力低下を容易に実現することができる。

【0035】

本発明のガス漏洩検知方法は、

燃料電池と、該燃料電池に水素ガスを供給する供給流路と、該燃料電池から前記水素ガスを排出する排出流路と、前記供給流路と排出流路の内の所定の場所に設けられて、前記燃料電池内の水素流路に封をする1つ以上の弁体とを備える燃料電池システムにおける水素ガスの漏洩を検知するガス漏洩検知方法であって、

- (a) 前記弁体を閉じる工程と、
- (b) 前記燃料電池内の水素流路の圧力を検出する工程と、
- (c) 前記工程 (a) により前記弁体を閉じたときに、前記工程 (b) により検出される圧力の変化を分析して、該分析結果に基づいて、前記水素ガスの異常な漏洩の有無を判定する工程と

を備えることを要旨としている。

【0036】

上記構成のガス漏洩検知方法は、上記発明の燃料電池システムと同様な作用・効果を有しており、ガス漏洩の誤検知を防止することができる。

【0037】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

【0038】

(第1実施例)

図1は、本発明の第1実施例としての燃料電池システム10を搭載する車載用

動力出力装置を示す構成図である。本実施例の車載用動力出力装置は、自動車などの車両に搭載される動力出力装置を構成するものであって、主として、燃料電池システム10と、燃料電池システム10によって発生された電力により動力を出力する駆動モータ12を備えている。

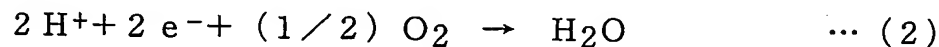
【0039】

燃料電池システム10は、水素ガスの供給を受けて電力を発生する燃料電池20と、その燃料電池20に水素ガスを供給する高圧水素ガスタンク30とを備えている。

【0040】

燃料電池20は、水素を含んだ水素ガスの他、酸化ガスとしての空気の供給を受けて、水素極と空気極において、下記に示すような反応式に従って、電気化学反応を起こし、電力を発生させている。即ち、水素極に水素ガスが、空気極に空気がそれぞれ供給されると、水素極側では式(1)の反応が、空気極側では式(2)の反応がそれぞれ起こり、燃料電池全体としては、式(3)の反応が行なわれる。

【0041】



【0042】

また、燃料電池20は、複数の単セルが積層された燃料電池スタックによって構成されており、1つの単セルは、電解質膜(図示せず)と、それを両側から挟み込む拡散電極(図示せず)である水素極及び空気極と、さらにそれらを両側から挟み込む2枚のセパレータ(図示せず)と、で構成されている。セパレータの両面には、凹凸が形成されており、挟み込んだ水素極と空気極との間で、単セル内ガス流路を形成している。このうち、水素極との間で形成される単セル内の水素流路には、前述したごとく供給された水素ガスが、空気極との間で形成される単セル内の空気流路には、空気がそれぞれ流れている。

【0043】

高圧水素ガスタンク 30 は、内部に高圧の水素ガスを蓄えており、根本に取り付けられた遮断弁 32 を開くことにより、およそ 20 ～ 35 MPa の圧力を有する水素ガスが放出される。燃料電池システム 10 は、その水素ガスの流路として、高圧水素ガスタンク 30 の放出口から燃料電池 20 の供給口に至る本流流路 50 と、燃料電池 20 の排出口からポンプ 52 を介して本流流路 50 に戻る循環流路 54 と、循環している水素ガスを排出するための排出流路 56 とを備えている。本流流路 50 が特許請求の範囲で言う供給流路に相当し、循環流路 54 が特許請求の範囲で言う排出流路に相当する。

【0044】

本流流路 50 には、燃料電池 20 の供給口に遮断弁 60 が配置され、循環流路 54 には、燃料電池 20 の排出口に遮断弁 62 が配置され、排出流路 56 には、遮断弁 64 が配置されている。遮断弁 60、62 が特許請求の範囲で言う「燃料電池内の水素流路に封をする 1 つ以上の弁体」に相当する。さらに、本流流路 50 における遮断弁 60 より下流側には、特許請求の範囲で言う圧力検出手段としての圧力センサ 66 が設けられている。なお、圧力センサ 66 は、燃料電池 20 に設けられた水素流路内の圧力を検出することができれば、この位置に限る必要はなく、その水素流路内に直接設けた構成とすることもできる。ここでは、この圧力センサ 66 は、正圧と負圧の両方が検出できるタイプのものである。

【0045】

なお、燃料電池 20 には、図示はしないが、空気の流路が接続されており、図示しないエアクリーナから取り込んだ外気がその流路を介して供給される。

【0046】

また、燃料電池システム 10 は、電子制御ユニット 70 を備える。電子制御ユニット 70 は、内部に CPU、RAM、ROM を備えたマイクロコンピュータとして構成されている。電子制御ユニット 70 には、前述したポンプ 52、遮断弁 32、60、62、64 および圧力センサ 66 が電氣的に接続されており、さらには、パワースイッチ 72 や警告ランプ 74 が電氣的に接続されている。パワースイッチ 72 は、燃料電池システム 10 を含めた車載用動力出力装置全体（システム全体）の運転／停止を指令するためのスイッチであり、運転者により操作さ

れる。警告ランプ 74 は、燃料電池システム 10 の故障を運転者に警告するためのランプである。

【0047】

電子制御ユニット 70 は、パワースイッチ 72 から運転の指令を受け取ると、遮断弁 32, 60, 62 を開いて（遮断弁 64 は閉じたまま）、ポンプ 52 を作動させて、燃料電池 20 を運転する。また、電子制御ユニット 70 は、パワースイッチ 72 から停止の指令を受け取ると、遮断弁 32, 60, 62 を閉じて、ポンプ 52 を停止させて、燃料電池 20 を停止する。なお、この燃料電池 20 の停止時には、水素ガスの漏洩の有無を判定して、漏洩があるときには警告ランプ 74 を点灯する。

【0048】

本実施例の車載用動力出力装置は、電気系統として、前述した駆動モータ 12、燃料電池 20 および電子制御ユニット 70 の他に、主として、バッテリー 80 と、DC/DC コンバータ 82 と、インバータ 84 を備えている。

【0049】

バッテリー 80 には、DC/DC コンバータ 82 を介して、燃料電池 20 とインバータ 84 が並列に接続されている。燃料電池 20 で発生した電力は、インバータ 84 に供給されるとともに、場合によってはバッテリー 80 にも供給される。バッテリー 80 で発生した電力は、DC/DC コンバータ 82 を介してインバータ 84 に供給される。

【0050】

DC/DC コンバータ 82 は、バッテリー 80 から出力された電圧を昇圧して、インバータ 84 に並列に印加する。また、DC/DC コンバータ 82 は、燃料電池 20 から入力された直流電圧を調整してバッテリー 80 に出力することもでき、この DC/DC コンバータ 82 の機能により、バッテリー 80 の充放電が実現される。インバータ 84 は、燃料電池 20 やバッテリー 80 から供給された電力によって駆動モータ 12 を駆動する。駆動モータ 12 は、例えば、三相同期モータで構成されており、車軸（図示せず）にトルクを発生させる。

【0051】

DC/DCコンバータ82、インバータ84の運転は、前述した電子制御ユニット70によって制御される。電子制御ユニット70は、インバータ84のスイッチングを制御して、要求動力に応じた三相交流を駆動モータ12に出力する。要求動力に応じた電力が供給されるよう、燃料電池20およびDC/DCコンバータ72の運転を制御する。燃料電池20の運転は、燃料電池システム10に備えられる遮断弁32, 60, 62, 64やポンプ52等を制御することで行なわれる。

【0052】

次に、電子制御ユニット70のCPUにて実行される燃料電池停止時の制御について説明する。図2ないし図3は、この燃料電池停止時ルーチンを示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎の割込みにて実行される。図1に示すように、処理が開始されると、CPUは、まず、パワースイッチ82から車載用動力出力装置を停止する旨の指令が送られてきたか否かを判別する（ステップS100）。ここで、停止の指令がないと判別されたときには、未だ燃料電池20を停止すべき停止時ではないとして、「リターン」に抜けてこの制御ルーチンを一旦終了する。

【0053】

一方、ステップS100で、停止の指令が送られてきたと判別されると、CPUは、燃料電池20の給排口に設けた遮断弁60, 62を閉じる（ステップS110）とともに、ポンプ52を停止する（ステップS120）。その後、CPUは、圧力センサ66により検出された圧力Pを読み込む処理を行なう（ステップS130）。ステップS100により遮断弁60, 62を閉じることにより、本流流路50における遮断弁60より下流側から、循環流路54における遮断弁62より上流側までの流路範囲内が閉塞された空間となり、結果として、燃料電池20に設けられた水素流路に封がなされる。ステップS130では、圧力センサ66により、この封がなされた水素流路内の圧力を検出している。

【0054】

ステップS130の実行後、CPUは、ステップS130で読み込んだ圧力Pから、ステップS130の前回処理時に読み込んだ圧力XPを引き算して、圧力

変化 ΔP を求める（ステップS140）。次いで、ステップS130で読み込んだ圧力 P を、前回処理時の圧力 XP として記憶する（ステップS150）。

【0055】

その後、CPUは、ステップS130で読み込んだ圧力 P が、第1の圧力範囲 Ra 内であるか、第2の圧力範囲 Rb 内であるか、あるいはどちらの範囲 Ra 、 Rb 内でもないかを判別する（ステップS160、S170）。第1の圧力範囲 Ra は、大気圧近傍の圧力であり、例えば、標準大気圧から、標準大気圧に微少な圧力（例えば15kPa）を加えた値までの範囲である。第2の圧力範囲 Rb は、第1の圧力範囲 Ra よりも高圧側であり、例えば、150～230kPaの範囲である。

【0056】

ステップS160で、圧力 P が第1の圧力範囲 Ra 内であると判別されたときには、CPUは、ステップS140で求めた圧力変化 ΔP の絶対値を変数 $dP1$ に格納する（ステップS180）。ステップS170で、圧力 P が第2の圧力範囲 Rb 内であると判別されたときには、CPUは、ステップS140で求めた圧力変化 ΔP の絶対値を変数 $dP2$ に格納する（ステップS190）。ステップS180またはステップS190の実行後、ステップS200に処理を進める。

【0057】

また、ステップS160、S170で共に否定判別されたときにも、CPUは、ステップS200に処理を進める。ステップS200では、CPUは、ステップS180およびS190の処理が共に実行されたか否か、すなわち変数 $dP1$ 、 $dP2$ の値が共に得られたか否かを判別する。ここで否定判別された場合には、CPUは、ステップS130に処理を戻して、ステップS130ないしS200の処理を繰り返し実行する。なお、ステップS130に処理を戻す際に、所定時間（例えば、5[s]）の遅延を行なうことにより、ステップS130で検出される圧力 P が、微小時間ではない比較的長い時間毎のものとするのが好ましい。

【0058】

図4は、この燃料電池停止時ルーチンの処理の内容を説明するためのタイミン

グチャートである。図示するように、パワースイッチ 72 が運転から停止へ切り換えられると、ステップ S 110 の処理により、燃料電池 20 の給排口に設けた遮断弁 60, 62 が閉じられる (時刻 t_1)。圧力センサ 66 により検出される圧力 P は、実線 A に示すように、その時刻 t_1 から徐々に低下する。上述したように、圧力センサ 66 により検出される圧力 P は、遮断弁 60, 62 により閉塞された空間ではあるが、実際は一定に保たれず徐々に低下する。それは、燃料電池 20 を構成する電解質膜が、水素を透過する性質を備えているから、水素ガスが水素極側から空気極側へ抜けてしまうためである。

【0059】

圧力 P は、水素分圧が水素極側と空気極側とで等しくなるように変化するので、大気圧を下回り負圧となる。その後、ある最低点に達すると上昇側に転ずる (時刻 $t_2 \sim$)。これは、窒素に対する電解質膜の透過速度が、水素のそれよりも小さいことから、水素ガスの透過がある程度なくなってから、空気極側から水素極側への窒素の移動が顕著となるためであり、最終的には、空気極側の圧力である大気圧と等しくなって釣り合う。なお、圧力センサ 66 によって圧力 P をセンシングするに当たり、遮断弁 60, 62 を閉じたのは、本流流路 50 に接続された高圧水素ガスタンク 30 から水素ガスが送られてくるのを防ぐためである。

【0060】

ステップ S 160, S 170 の判定に用いた第 1 の圧力範囲 R_a および第 2 の圧力範囲 R_b は、図 4 に示すような範囲であり、圧力センサ 66 により検出された圧力 P が第 2 の圧力範囲 R_b まで低下すると、ステップ S 140 で求めた ΔP の絶対値が、ステップ S 190 により変数 dP_2 として記憶される。この変数 dP_2 の値は、圧力 P の第 2 の圧力範囲 R_b に至ったときの変化速度 (時間当たりの圧力変化) であり、図 4 中の実線 L 2 で示す傾きに相当する。

【0061】

圧力 P がさらに低下して大気圧近傍の第 1 の圧力範囲 R_a に達すると、ステップ S 140 で求めた ΔP の絶対値が、ステップ S 180 により変数 dP_1 として記憶される。この変数 dP_1 の値は、圧力 P の第 1 の圧力範囲 R_a に達したときの変化速度 (時間当たりの圧力変化) であり、図 4 中の実線 L 1 で示す傾きに相

当する。

【0062】

CPUは、ステップS200の処理を終えると、次いで、図3のステップS210に処理を移行する。ステップS210では、変数dP2から変数dP1を引き算して、その引き算で得た差が予め定めた所定値Pcを下回るか否かを判定することにより、変数dP2と変数dP1とがほぼ等しいか否かを判定する。ここで、所定値Pcとは、例えば4kPaである。所定値Pcは圧力センサ66の検出精度等によって様々な値をとりうる。ステップS210で、肯定判別、すなわち両者がほぼ等しいと判別された場合には、そのまま「リターン」に処理を進めて、この制御ルーチンの処理を一旦終了する。

【0063】

図4に示すように、圧力Pは、実線Aに示すように、比較的一定の傾き（変化速度）で低下する。これは上述した水素の電解質膜の透過が一定の速度で起こっているためである。これに対して、電解質膜に穴があいている場合には、圧力Pは、図中、破線Bに示すように変化する。電解質膜に穴があいていると、水素極側と空気極側の全圧が等しくなるようにガスはその空いた穴から流入する。圧力Pが正圧のときには、その穴からの流入と上記電解質膜の透過現象とが共に働いているが、圧力Pが大気圧に近づくと、穴からの流入は収まって電解質膜の透過現象のみで圧力Pが低下する。このために、圧力Pの低下速度は、圧力Pが低下し始めたときと、大気圧に近づいたときとは異なった値となり、前者の方が大きい。

【0064】

すなわち、電解質膜に穴あきがない場合には、圧力Pは、図4中、実線Aに示すように変化して、圧力Pが低下し始めたときと大気圧近傍とでは低下速度はほぼ等しい。一方、電解質膜に穴あきがある場合には、圧力Pは、図4中、破線Bに示すように変化して、圧力Pが低下し始めたときと大気圧近傍とでは低下速度が大きく異なる。図4中の実線L3は、電解質膜に穴あきがある場合の大気圧近傍での低下速度を示す傾きであり、電解質膜に穴あきがある場合のステップS190で得られる変数dP1に相当する。

【0065】

前述したステップS210は、圧力が低下し始めたときの圧力Pの低下速度と、大気圧に近づいたときの圧力Pの低下速度とがほぼ等しいか否かを判定するものであり、ここで肯定判別、すなわち両者がほぼ等しいと判別された場合には、CPUは、電解質膜に穴があいていないとして、「リターン」に処理を進める。一方、ステップS210で否定判別、すなわち両者が等しくないと判別された場合には、CPUは、電解質膜に穴があいている異常があるとして、異常箇所を電解質膜として記憶する（ステップS220）とともに、警告ランプ74を点灯する（ステップS230）。図4中の時刻t3が上記異常の判定のタイミングである。ステップS230の実行後、「リターン」に処理を進める。

【0066】

以上詳述したように、この実施例の燃料電池システム10によれば、燃料電池システム10を含む車載用動力出力装置全体の運転を停止する指令があったときに、遮断弁60、62を閉じて、燃料電池20の水素流路に封をする。その後、その封をされた水素流路内の圧力Pが、大気圧近傍の第1の圧力範囲Raと、第1の圧力範囲Raよりも高圧側の第2の圧力範囲Rbに至ったときの圧力の変化速度dP1、dP2をそれぞれ検出して、両変化速度dP1、dP2を比較する。両者の変化速度dP1、dP2の差が所定値Pc以上となったときに、燃料電池20の電解質膜に穴あきがあると判断する。

【0067】

したがって、この燃料電池システム10では、燃料電池20の電解質膜から空気極側へ水素ガスが透過することに起因する圧力低下を、電解質膜に穴あきがあるような異常であると誤判定することがない。したがって、ガス漏洩の誤検知を防止することができる。

【0068】

図5は、燃料電池停止後の圧力Pの経時的な変化が、電解質膜の穴の大きさによってどのように変わるかの一例を示すグラフである。図示するように、電解質膜の穴の径の大きさが大きいほど、圧力Pの低下する変化速度は大きくなり、圧力の極小値は小さくなる。第1実施例では、こうした圧力Pが低下から上昇に転

じるまでの経時的な変化を、大気圧近傍の第1の圧力範囲R aと高圧側の第2の圧力範囲R bでの圧力の変化速度 dP_1 、 dP_2 を検知することにより分析しており、電解質膜の微小な穴までも検出することができる。なお、図4のタイミングチャートでは、圧力Pの低下し始めから穴あきのない場合の方が、圧力の低下する変化速度が大きく記載されているが、これは穴が相当に微小な場合であり、しかも記載の見やすさのためであり、実際は、圧力Pの低下し始めは、穴あきがある場合の方が、圧力の低下する変化速度は大きい。

【0069】

この第1実施例の変形例を次に説明する。

(1) 第1実施例では、運転者により操作されるパワースイッチ72から停止の指令を受け取ったときに、燃料電池20の運転停止とともに、水素ガスの漏洩を検知するように構成されていたが、これに換えて、車両の運転状態に応じて燃料電池20の運転を停止する要求が発生したときに、燃料電池20の運転停止とともに、水素ガスの漏洩を検知するように構成してもよい。第1実施例のように、駆動源として燃料電池20以外にバッテリー80を備えている場合、車両の運転状態によっては燃料電池20を停止してバッテリー80のみで車両を走行させることがある。このときの燃料電池20の運転を停止する要求が発生したときに、燃料電池20の運転停止とともに、水素ガスの漏洩を検知するように構成する。また、燃料電池20の運転を停止する停止要求とは、運転者によって操作されたスイッチからの停止指令であってもよい。パワースイッチ72は、必ずしも燃料電池システム10を含めた車載用動力出力装置全体の運転/停止を指令するものでなくともよく、燃料電池のみの運転/停止を指令するものであってもよい。

【0070】

(2) 前記第1実施例では、圧力Pが、大気圧近傍の第1の圧力範囲R aに至ったときと、第1の圧力範囲R aよりも高圧側の第2の圧力範囲R bに至ったときの2つのタイミングで、圧力の変化速度 dP_1 、 dP_2 をそれぞれ求めるように構成していたが、これは、誤検出を防ぐためにある程度の幅を持った圧力範囲R a、R bとしているもので、必ずしも幅を持たせる必要もなく、ある所定の圧力値 P_a 、 P_b とすることもできる。ここで、圧力値 P_a は、大気圧もしくは大気

圧近傍のある圧力値であり、圧力 P_b は、圧力値 P_a よりも高圧側の圧力値である。また、必ずしも圧力の値でそのタイミングを判定する必要もなく、経過時間によって判定する構成とすることもできる。例えば、遮断弁 60, 62 を閉じた時から、圧力 P が実際に低下し始めるまでの応答遅れを考慮した所定時間後に、一つ目の圧力 P の変化速度を求めて、その後、圧力 P が大気圧近傍の第 1 の圧力範囲 R_a に至ったときに、二つ目の圧力変化速度を求めるといった構成である。

【0071】

また、第 1 の圧力範囲 R_a は、大気圧近傍としていたが、必ずしも大気圧近傍とする必要もなく、例えば負圧になった所定の圧力範囲であってもよい。要は、遮断弁 60, 62 を閉じて圧力 P が低下し始めてから上昇に転じるまでの期間内における 2 つの時点であればどの点であっても上記タイミングとすることができる。

【0072】

(3) 前記第 1 実施例では、圧力 P が、大気圧近傍の第 1 の圧力範囲 R_a に至ったときと、第 1 の圧力範囲 R_a よりも高圧側の第 2 の圧力範囲 R_b のときの 2 つのタイミングで、圧力センサの検出値を 2 点とってその差から圧力の変化速度 dP_1 , dP_2 をそれぞれ求めるように構成していたが、これに換えて、圧力 P が前記第 1 の圧力範囲 R_a に至ったときから外れるまでの所要時間 T_{m1} を測定して、第 1 の圧力範囲 R_a の圧力幅を所要時間 T_{m1} で割って圧力変化速度 dP_1 を求め、圧力 P が前記第 2 の圧力範囲 R_b に至ったときから外れるまでの所要時間 T_{m2} を測定して、第 2 の圧力範囲 R_b の圧力幅を所要時間 T_{m2} で割って圧力変化速度 dP_2 を求める構成としてもよい。この構成によれば、圧力変化速度 dP_1 , dP_2 の精度を上げることができ、延いては、ガス漏洩の検知精度を上げることができる。

【0073】

(第 2 実施例)

本発明の第 2 実施例について説明する。

この第 2 実施例は、第 1 実施例と比較して、電子制御ユニット 70 の CPU にて実行される燃料電池停止時ルーチンの内容が相違するだけであり、ハードウェ

アやその他のソフトウェアの構成は同一である。なお、同一のパーツには第1実施例と同一の番号をつけて説明する。

【0074】

図6は、この第2実施例の燃料電池停止時ルーチンを示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎の割込みにて実行される。図6において、ステップS300ないしS350は、第1実施例のステップS100ないしS150と同一の処理である。

【0075】

ステップS350の実行後、CPUは、ステップS340で求めた圧力変化 ΔP が値0を上回るか否かを判別する（ステップS360）。ここで、否定判別、すなわち圧力変化 ΔP が値0以下であると判別されたときには、CPUは、ステップS330に処理を戻して、ステップS330ないしS360の処理を繰り返して実行する。一方、ステップS360で、圧力変化 ΔP が値0を上回ったと判別された場合には、ステップS370に処理を進めて、ステップS350で求めた前回処理時の圧力 $X P$ が、予め定められた所定値 P_0 を上回っているか否かを判別する。所定値 P_0 は、例えば、80kPaである。

【0076】

図7は、この燃料電池停止時ルーチンの処理を説明するためのタイミングチャートである。図示するように、圧力 P は、実線Aに示すように、遮断弁60、62が閉じられてから（時刻 t_1 ）、徐々に低下する。その後、圧力 P は低下から上昇に転ずるが（時刻 t_2 ）、ステップS360により、圧力変化 ΔP が値0を上回るか否かを判別することで、その上昇に転ずるタイミング t_2 を検知することができる。このタイミング t_2 で、ステップS370により、前回処理時の圧力 $X P$ が、予め定められた所定値 P_0 を上回っているか否かを判別することにより、圧力 P の極小値（以下、最低圧力値と呼ぶ）が、所定値 P_0 を上回っているか否かを判別する。

【0077】

電解質膜に穴があいている場合には、圧力 P は、図7中、破線Bに示すように変化する。電解質膜に穴があいていると、水素極側の圧力 P は負圧になりにくい

ことから最低圧力値 P_{min2} は、電解質膜に穴があいていない正常時の最低圧力値 P_{min1} より遙かに高い値となる。したがって、正常時と異常時とを区別できる高さの圧力値 P_0 ($P_{min1} < P_0 < P_{min2}$) を予め実験等により求めて、それをステップ S370 の判定に用いるようにする。

【0078】

したがって、ステップ S370 で、肯定判別、すなわち前回処理時の圧力 XP が所定値 P_0 を上回っていると判別された場合には（図 7 中、時刻 t_4 ）、CPU は、電解質膜に穴があいているとして、異常箇所を電解質膜として記憶する（ステップ S380）とともに、警告ランプ 74 を点灯する（ステップ S390）。ステップ S390 の実行後、「リターン」に処理を進める。

【0079】

一方、ステップ S370 で、否定判別、すなわち前回処理時の圧力 XP が所定値 P_0 以下であると判別された場合には、CPU は、電解質膜に穴があいていないとして、「リターン」に処理を進める。

【0080】

以上詳述したように、この第 2 実施例の燃料電池システムによれば、燃料電池システムを含む車載用動力出力装置全体の運転を停止する指令があったときに、遮断弁 60、62 を閉じて、その後、遮断弁 60、62 により封のなされた燃料電池 20 の水素流路内の圧力 P の圧力変化 ΔP が値 0 を上回るかを判別することで、圧力 P が極小となる最低圧力値を求めて、この最低圧力値が所定値 P_0 を上回るか否かを判別する。そして、肯定判別されたときに、燃料電池 20 の電解質膜に穴あきがあると判断する。

【0081】

電解質膜に穴があいていない正常時には、電解質膜の水素透過により、水素極側の圧力は一旦負圧になるのに対して、電解質膜の穴あき等の異常があると、水素極側の圧力は負圧になりにくい。上記構成の燃料電池では、最低圧力値を所定値 P_0 と比較することにより、圧力がどれほど低下するかを判別することができる。したがって、この第 2 実施例の燃料電池システムでは、電解質膜から空気極側へ水素ガスが透過することに起因する圧力低下を、電解質膜に穴あきがあるよ

うな異常であると誤判定することがない。したがって、ガス漏洩の誤検知を防止することができる。

【0082】

なお、この第2実施例においても、前記第1実施例の変形例(1)をそのまま適用した変形例とすることもできる。

【0083】

(第3実施例)

本発明の第3実施例について説明する。

この第3実施例は、第1実施例と比較して、電子制御ユニット70のCPUにて実行される燃料電池停止時ルーチンの内容が相違するだけであり、ハードウェアやその他のソフトウェアの構成は同一である。なお、同一のパーツには第1実施例と同一の番号で説明する。

【0084】

図8は、この第3実施例の燃料電池停止時ルーチンを示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎の割込みにて実行される。図8において、第1実施例の燃料電池停止時ルーチンと同一の処理内容のステップには、同じステップナンバーをつけた。この第3実施例の燃料電池停止時ルーチンは、第1実施例のそれと比較して、ステップS190とステップS200の間にステップS195を追加した点が相違するだけで、その他の内容については同一である。

【0085】

すなわち、ステップS170、S190と処理が進むと、その後、CPUは、所定時間 T_a （例えば、1[s e c]）後に、循環流路54に配置された遮断弁62と、排出流路56に配置された遮断弁64とを所定時間 T_b （例えば、0.5[s e c]）だけ開く処理を行なう（ステップS195）。その後、ステップS200に処理を進める。

【0086】

図9は、この燃料電池停止時ルーチンの処理を説明するためのタイミングチャートである。図示するように、圧力 P は、実線Aに示すように、遮断弁60、62が閉じられてから（時刻 t_1 ）、徐々に低下する。圧力 P が第2の圧力範囲 R

bまで低下すると、実線L2の傾きで示される変化速度 dP_2 が求められるが、その後、所定時間 T_a 時間後に、遮断弁62, 64が所定時間 T_b だけ開かれる(時刻 t_{11})。両遮断弁62, 64が開けられると、燃料電池20を含む遮断弁60, 62により閉塞された流路範囲内の水素ガスは、排出流路56を介して外部に排出される。この結果、圧力センサ66により検出された圧力 P は、時刻 t_{11} から急激に低下する。

【0087】

所定時間 T_b 後に遮断弁62, 64が閉じられると、圧力 P の低下速度は遮断弁60, 62の開弁前の大きさに戻る。その後、圧力 P が第1の圧力範囲 R_a まで低下すると、実線L1の傾きで示される変化速度 dP_1 が求められる。その後、第1実施例と同様にして、両変化速度 dP_1 , dP_2 から電解質膜の穴あき等のガス漏れ異常があるか否かが判定される。

【0088】

したがって、この第3実施例の燃料電池システム10によれば、第2の変化速度 dP_2 を求めてから第1の変化速度 dP_1 を求めるまでの間で、遮断弁60, 62により閉塞された流路範囲内の水素ガス、すなわち、燃料電池に設けられた水素流路の水素ガスが強制的に外部に排出されることから、第1の変化速度 dP_1 を求めるタイミングを、第1実施例に比べて遙かに早くすることができる。この結果、ガス漏れ異常の判定を、パワースイッチ72を切ってから短い時間で行なうことができる。

【0089】

この第3実施例の変形例を次に説明する。

(4) 第3実施例では、遮断弁60, 62により閉塞された流路範囲内の水素ガスを、排出流路56を介して外部に排出することにより、圧力センサ66により検出される圧力 P の強制的な低下を図っていたが、これに替えて、燃料電池20の発電を促して、前記流路範囲内の水素ガスを燃料電池20で消費させるようにしてもよい。詳細には、DC/DCコンバータ82, インバータ84の運転を電子制御ユニット70によって制御することにより、燃料電池20の発電を起こさせる処理を行なう。この構成によれば、圧力 P の低下を容易に実現することがで

きる。

【0090】

(5) また、前記第3実施例では、第1実施例において圧力を強制的に低下させる処理を施した構成としていたが、これに換えて、第2実施例において圧力を強制的に低下させる処理を施した構成とすることもできる。詳細には、図6に示した燃料電池停止時ルーチンにおいて、ステップS320とステップS330との間で、前述したステップS195の処理を実行する構成とする。この構成によれば、第2実施例と比べて、圧力Pの最低圧力値を早く検出することができる。この結果、ガス漏れ異常の判定を、パワースイッチ72を切ってから短い時間で行なうことができる。

【0091】

(6) 第3実施例では、運転者により操作されるパワースイッチ72から停止の指令を受け取ったときに、圧力Pが、大気圧近傍の第1の圧力範囲Raに至ったときと、第1の圧力範囲Raよりも高圧側の第2の圧力範囲Rbに至ったときの2つのタイミングで、圧力の変化速度dP1、dP2をそれぞれ求めるように構成していたが、これに換えて、前記第2の圧力範囲Rbに至ったときの圧力変化速度dP2を、車両の運転時における燃料電池20の停止時に予め求めておくように構成してもよい。

【0092】

この実施例の車両は、駆動源として、燃料電池20以外にもバッテリー80を備える。このために、電子制御ユニット70により、車両の運転状態に応じて、燃料電池20により車両を運転する燃料電池モードと、バッテリー80により車両を運転するバッテリーモードとの切り替えが図られる。また、必要によっては、燃料電池20とバッテリー80の両方によって車両を運転する併用モードに切り換えられる構成であってもよい。こうした車両において、バッテリーモードとなって燃料電池20の運転が停止されたときに、前記第2の圧力範囲Rbにおける圧力変化速度dP2を予め求めるように構成する。そうして、パワースイッチ72から停止の指令を受け取ったときに、遮断弁62、64を所定時間だけ開いて、遮断弁60、62により閉塞された流路範囲内の水素ガスを強制的に外部に排出し、そ

の後、前記第1の圧力範囲R aにおける圧力変化速度 dP_1 を予め設けるように構成する。

【0093】

この構成によれば、ガス漏洩を判定するシステム全体の停止時には、第2の圧力範囲R bにおける圧力変化速度 dP_2 を求める必要がないことから、ガス漏洩の判定に要する時間を短縮することができる。とくに、システム全体の停止指令があった後に処理が長く継続されるのは、バッテリー消費が助長されることになり好ましくないが、この例によればこの問題を解消することができる。なお、上記第1実施例の変形例(4)の構成、すなわち、圧力変化速度 dP_1 、 dP_2 の測定時間を長くとした構成において、この(6)の変形例を採用した場合、より一層、ガス漏洩判定に要する時間を短縮することができる。

【0094】

(7) 前記(6)の変形例で示した、第2の圧力範囲R bに至ったときの圧力変化速度 dP_2 を、車両の運転時における燃料電池20の停止時に予め求めておく構成を、排出流路56による強制的なガスの排出を行なわない第1実施例においてもそのまま適用することもできる。

【0095】

なお、上述した第1実施例ないし第3実施例およびそれらの変形例では、燃料電池の電解質膜の穴あきに起因するガス漏洩を検知できると説明してきたが、この原因に限らず、燃料電池のセパレータに設けられた水素流路溝の破損、該当区間の配管損傷等の他の異常ガス漏れの場合にも判定が可能である。

【0096】

本発明は、上述した第1実施例ないし第3実施例、それらの変形例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。例えば次のような変形例を可能である。

【0097】

(8) 前記第1実施例およびその変形例では、燃料電池20の運転をしているときに遮断弁60、62を閉じて、圧力Pが低下し始めてから上昇に転じるまでの期間内における2つの時点の圧力変化速度を求めて、この圧力変化速度を比較す

ることにより、水素ガスの異常な漏洩を検知しているが、これに換えて、燃料電池 2 0 の始動時に次のような構成とすることもできる。まず、燃料電池 2 0 の始動時に、遮断弁 6 0, 6 2 を閉じて、その後、遮断弁 6 0 を開けて、圧力センサ 6 6 の値が第 1 の圧力値（例えば、5 0 k P a）になるまで燃料電池の水素流路を加圧する。第 1 の圧力値になると遮断弁 6 0 を閉じて、その後（加圧直後であってもよいし、所定時間後であってもよい）、圧力センサ 6 6 により検出される圧力値の圧力変化速度 $dP11$ を求める。続いて、遮断弁 6 0 を開けて、圧力センサ 6 6 の値が第 2 の圧力値（例えば、1 0 0 k P a）になるまで燃料電池の水素流路を加圧する。第 2 の圧力値になると遮断弁 6 0 を閉じて、その後（加圧直後であってもよいし、所定時間後であってもよい）、圧力センサ 6 6 により検出される圧力値の圧力変化速度 $dP12$ を求める。そうして、第 1 実施例と同様に、2 つの圧力変化速度 $dP11$, $dP12$ を比較することで、水素ガスの異常な漏洩を検知する。この構成によっても、第 1 実施例と同様に、ガス漏洩の誤検知を防止することができる。

【0 0 9 8】

(9) 前記第 1 実施例およびその変形例では、遮断弁 6 0, 6 2 を閉じて圧力 P が低下し始めてから上昇に転じるまでの期間内における 2 つの時点の圧力変化速度を求めて、この圧力変化速度を比較することにより、水素ガスの異常な漏洩を検知しており、前記第 2 実施例およびその変形例では、遮断弁 6 0, 6 2 を閉じてからの圧力 P が最も低下するときの最低圧力値を検出して、その最低圧力値が所定値以上となったと判定されたときに、水素ガスの異常な漏洩を検知していたが、これらに換えて、遮断弁 6 0, 6 2 を閉じて圧力 P が低下し始めてから上昇に転じるまでの経時的な変化を他の手法によって分析して、この分析結果に基づいて、水素ガスの異常な漏洩を判定するようにすることもできる。

【0 0 9 9】

(10) 前記実施例の燃料電池システムを搭載する移動体は、自動車などの車両であったが、これに換えて、船舶や他の産業機械等の移動体とすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例としての燃料電池システム 10 を搭載する車載用動力出力装置を示す構成図である。

【図 2】 燃料電池停止時ルーチンの前半部分を示すフローチャートである。

【図 3】 燃料電池停止時ルーチンの後半部分を示すフローチャートである。

【図 4】 燃料電池停止時ルーチンの処理の内容を説明するためのタイミングチャートである。

【図 5】 燃料電池停止後の圧力 P の経時的な変化が、電解質膜の穴の大きさによってどのように変わるかの一例を示すグラフである。

【図 6】 第 2 実施例の燃料電池停止時ルーチンを示すフローチャートである。

【図 7】 第 2 実施例の燃料電池停止時ルーチンの処理を説明するためのタイミングチャートである。

【図 8】 第 3 実施例の燃料電池停止時ルーチンを示すフローチャートである。

【図 9】 第 3 実施例の燃料電池停止時ルーチンの処理を説明するためのタイミングチャートである。

【符号の説明】

10…燃料電池システム

12…駆動モータ

20…燃料電池

30…高圧水素ガスタンク

32, 60, 62, 64…遮断弁

50…本流流路

52…ポンプ

54…循環流路

56…排出流路

66…圧力センサ

70…電子制御ユニット

72…パワースイッチ

74…警告ランプ

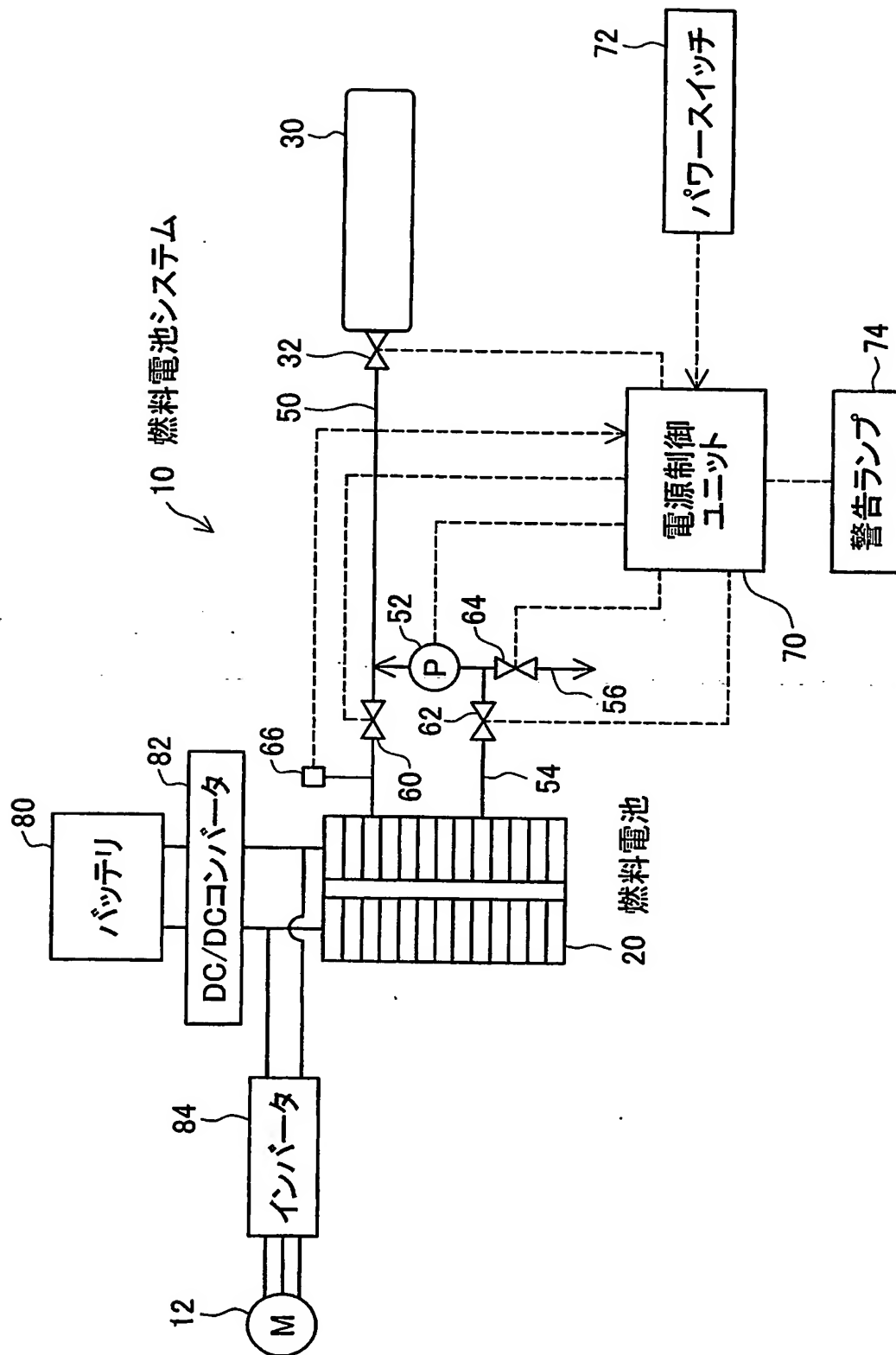
80…バッテリー

82…パワースイッチ

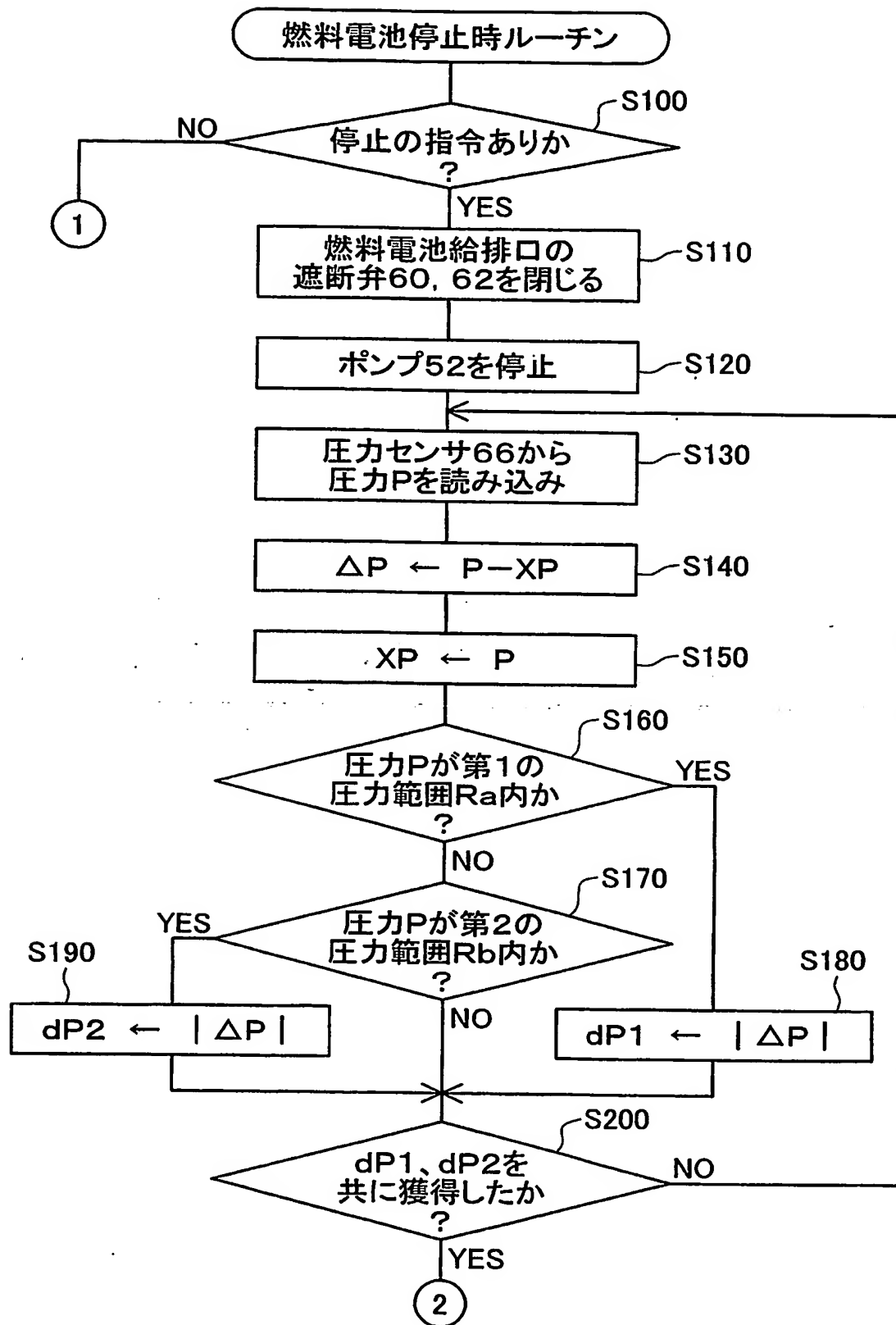
84…インバータ

【書類名】 図面

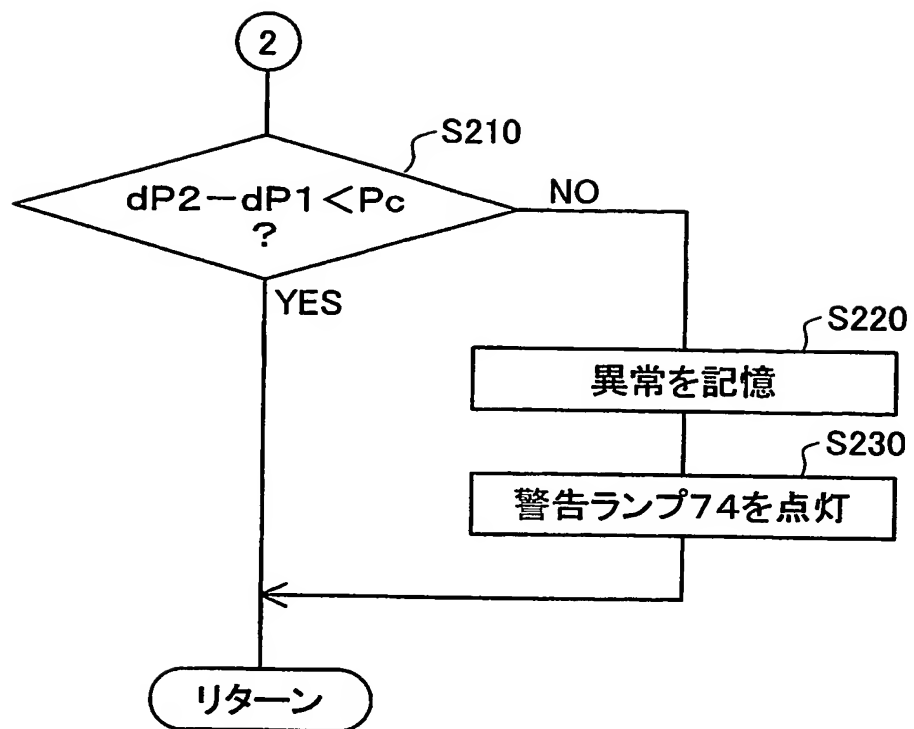
【図 1】



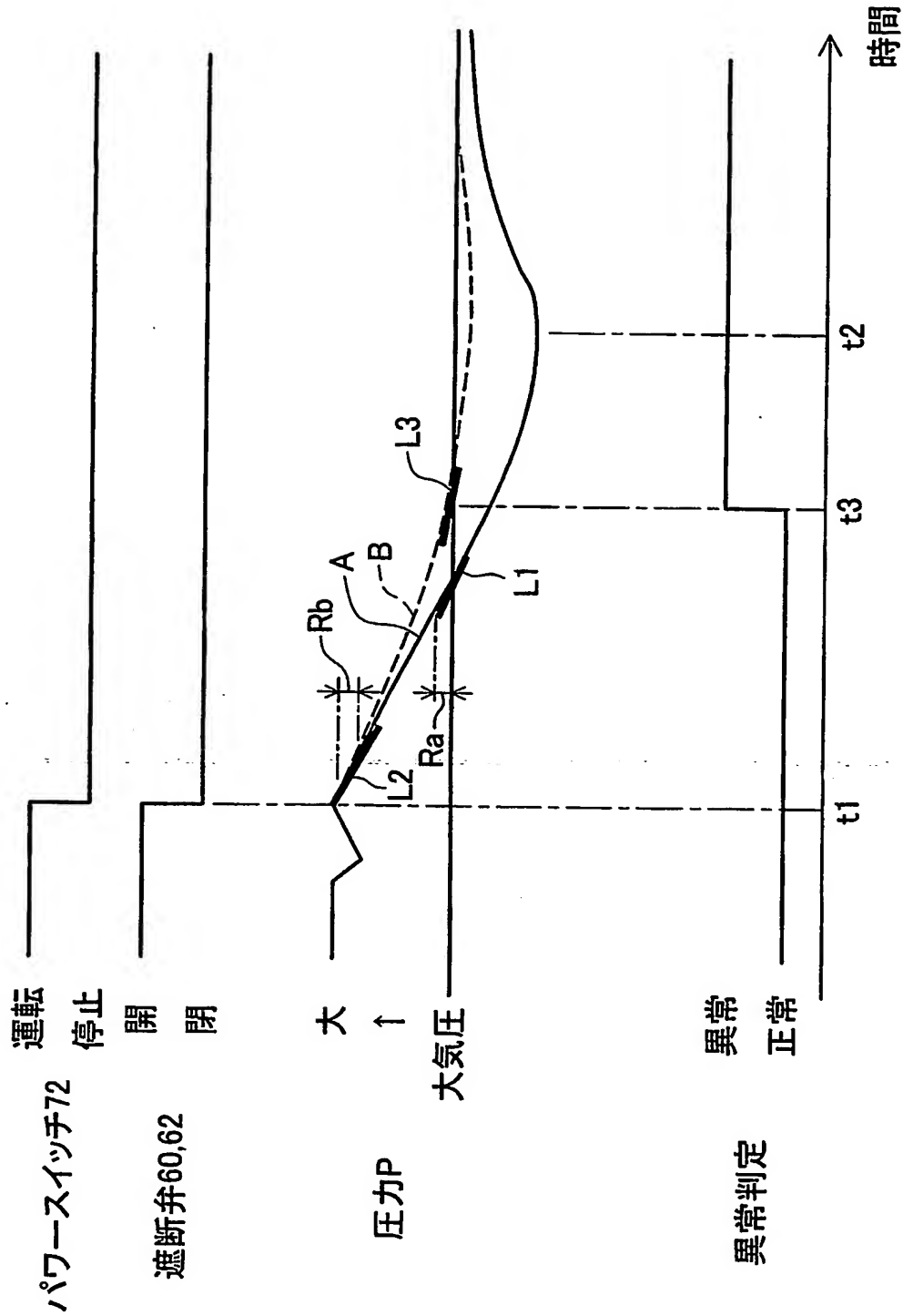
【図 2】



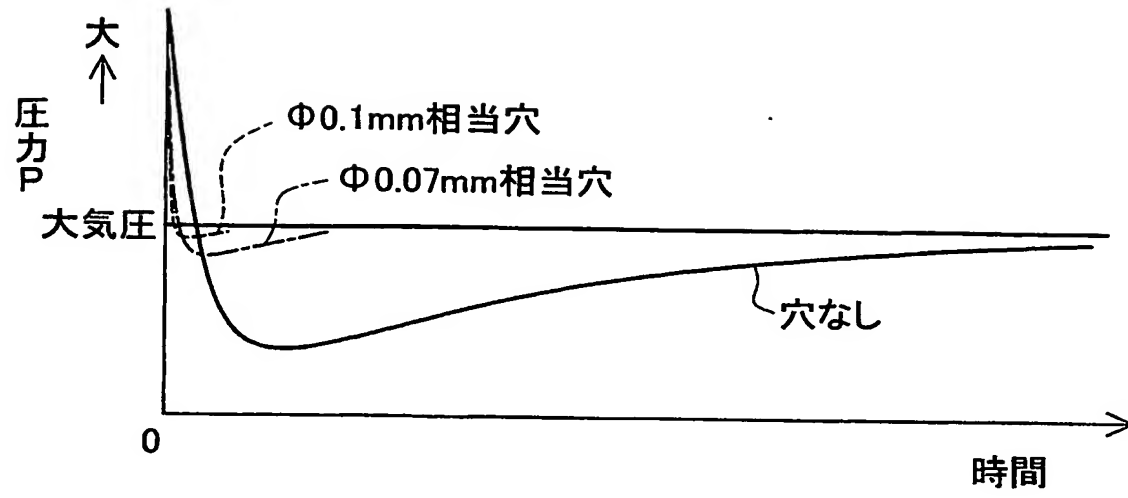
【図 3】



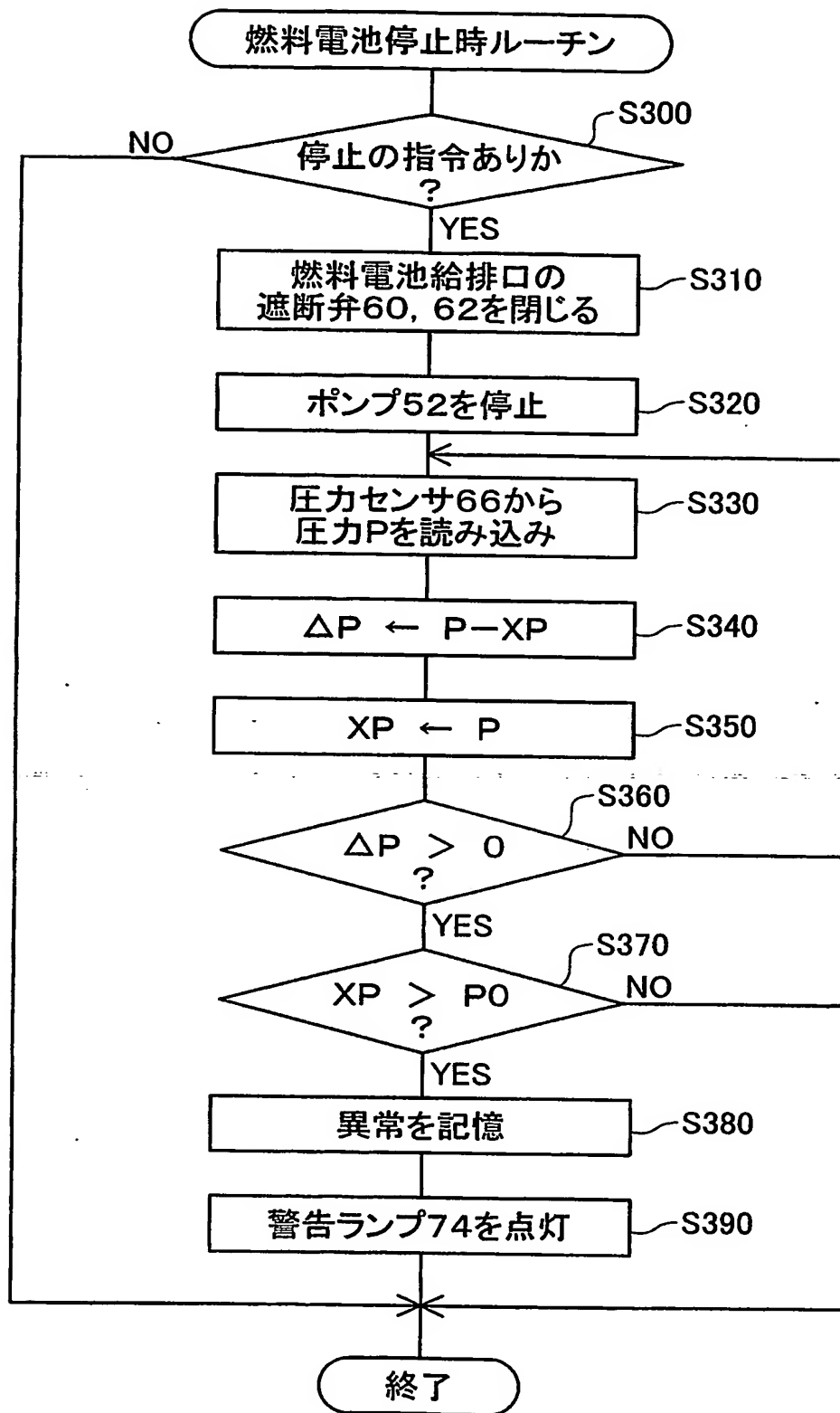
【図4】



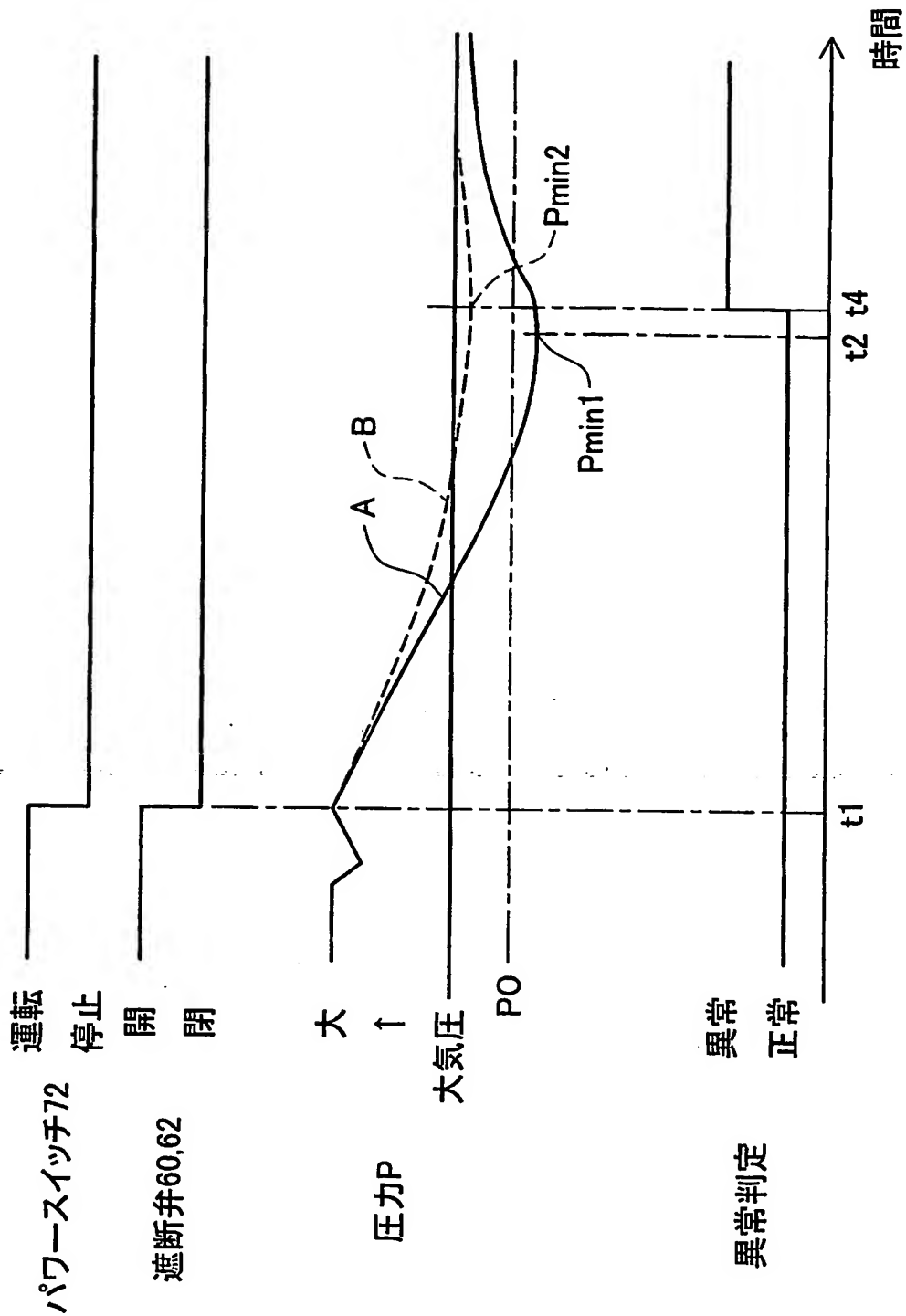
【図 5】



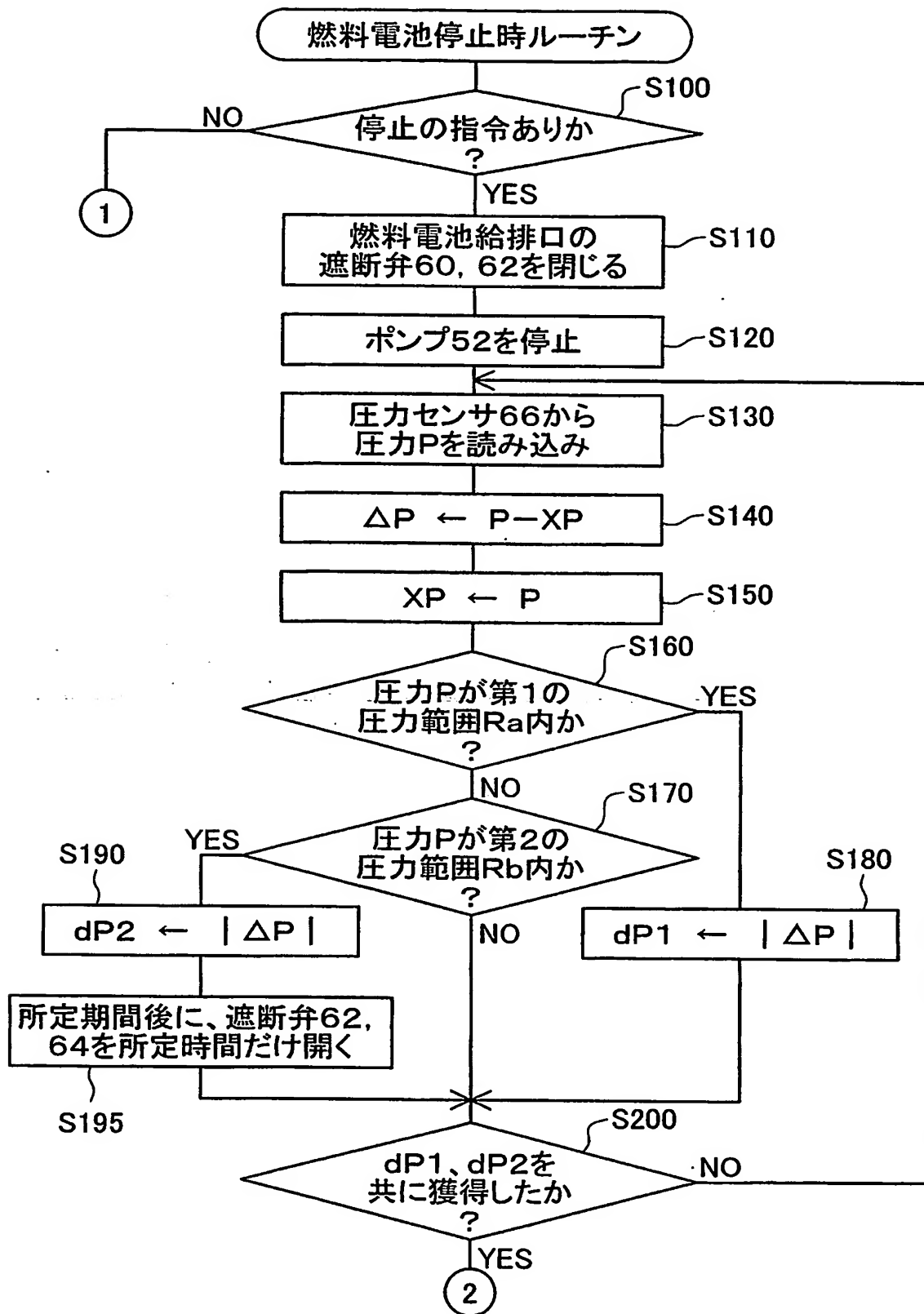
【図 6】



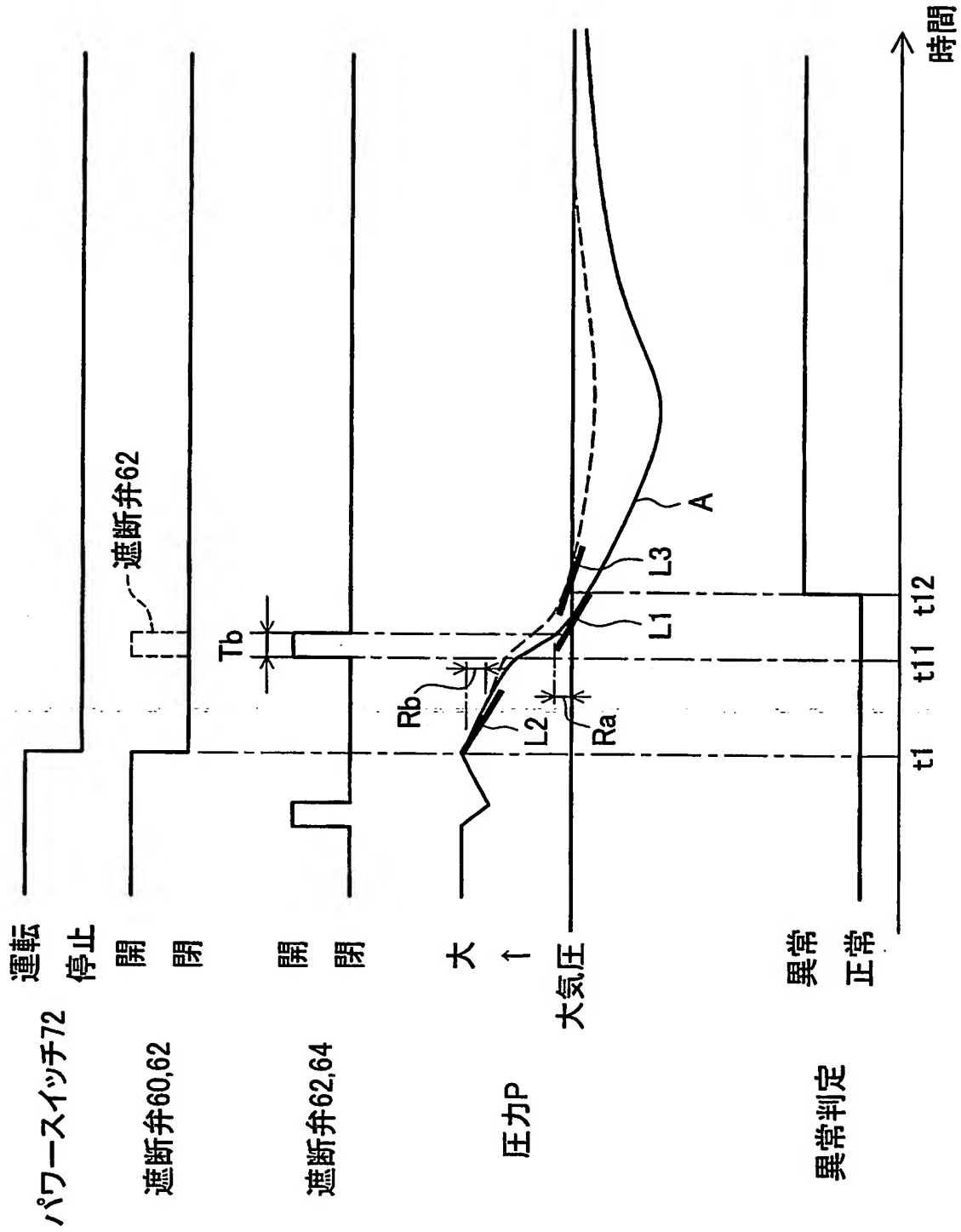
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池のガス漏洩を膜透過と識別することで誤検知を防止する。

【解決手段】 燃料電池の発電を停止する指令があったときに、遮断弁 60、62 を閉じて（時刻 t_1 ）、その後、燃料電池 20 を含む閉塞された流路範囲内の圧力 P の経時的な変化を検出する。そして、圧力 P が、大気圧近傍の第 1 の圧力範囲 R_a と、第 1 の圧力範囲 R_a よりも高圧側の第 2 の圧力範囲 R_b のときの圧力の変化速度 dP_1 、 dP_2 (L_1 、 L_2 の傾き) をそれぞれ検出して、両変化速度 dP_1 、 dP_2 を比較する。両者の変化速度 dP_1 、 dP_2 の差が所定値 P_c 以上となったときに、燃料電池 20 の電解質膜に穴あきがあると判断する。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 3 - 1 7 5 1 1 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社